



Tudo se transforma

Fascículo 3
Unidade 7

Tudo se transforma

Para início de conversa

Na última unidade, vimos que a Biologia nasceu com as primeiras moléculas autorreplicadoras de RNA. Estas passavam suas características, incluindo a capacidade reprodutiva, para suas moléculas descendentes. Mais tarde, organismos complexos adquiriram mutações e desenvolveram novos conjuntos de funções biológicas além da reprodução. Essas novidades funcionais seriam realizadas por novas moléculas especializadas. Enquanto o DNA passou a ter um papel central na herdabilidade e na mutabilidade, as enzimas proteicas ficaram responsáveis pela manutenção (homeostase) e pela reprodução do sistema.

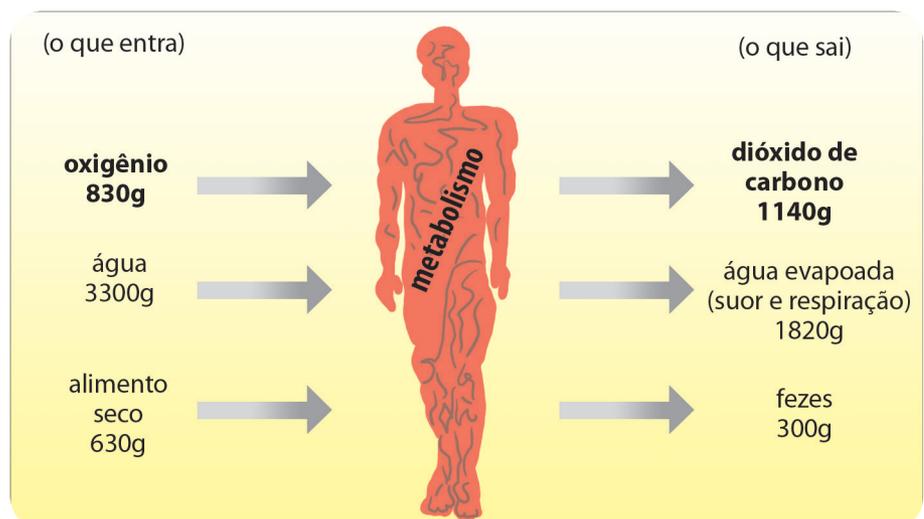


Figura 1. O nosso metabolismo é responsável pela homeostase do corpo, transformando o que inalamos (oxigênio) e ingerimos (água e alimentos) naquilo que exalamos (dióxido de carbono) e descartamos (fezes e urina).

De uma maneira formal, a **homeostase** é uma propriedade dos sistemas biológicos, ou seja, dos organismos que regulam o seu ambiente interno de forma a mantê-lo estável e funcionando. Tal estabilidade é atingida com a ação de enzimas proteicas que funcionam como as operárias dos sistemas biológicos.

Em um organismo, existem milhares de tipos diferentes de enzimas que são sintetizadas pelas células, na medida em que ele precisa executar determinada função. Por exemplo, quando temos um sangramento, uma enzima denominada trombina entra em ação e ativa moléculas que formam um coágulo, que irá interromper o sangramento. Nesse sentido, as enzimas podem ser consideradas como as facilitadoras das reações químicas necessárias ao funcionamento do corpo, incluindo as que ocorrem para a promoção da respiração, da circulação sanguínea, da reprodução, da digestão, entre outras...

Um organismo requer um fluxo constante de energia para sobreviver e se proliferar. De um ponto de vista energético, as reações químicas podem ser divididas em dois grupos básicos e complementares: o *ANABOLISMO* e o *catabolismo*. Ambos formam o conjunto das reações *METABÓLICAS* do organismo – o metabolismo.

As reações do anabolismo são aquelas que unem moléculas pequenas formando moléculas maiores. A ligação de uma molécula a outra é um processo custoso energeticamente, pois existe uma energia necessária para a nova ligação química ocorrer. Ou seja, para fabricar moléculas grandes é necessário energia, mas de onde vem essa energia?

A energia para as reações anabólicas vêm do segundo grupo de reações químicas que é justamente o catabolismo. O catabolismo inclui todas as reações que promovem a quebra de moléculas grandes. Com o rompimento da ligação química dessas moléculas, a energia da ligação é liberada e pode ser armazenada para uso nas reações anabólicas. Mas, se o anabolismo e o catabolismo são necessários um ao outro, de onde aparecem as moléculas grandes para serem quebradas no catabolismo?

A energia necessária para correr, andar e até pensar vem da quebra do alimento que ingerimos. Os alimentos são as moléculas grandes que as reações catabólicas vão quebrar para conseguir energia para as funções metabólicas. Entretanto, nem todos os seres vivos se alimentam. As plantas, por exemplo, não se alimentam como os animais. Então, como elas conseguem energia para as reações anabólicas?

Como vimos na unidade 1, o processo pelo qual eles conseguem tal feito é a fotossíntese. As plantas e as cianobactérias são exemplos de organismos **fotossintéticos** e podemos dizer que eles sintetizam o próprio corpo, ou seja, eles conseguem energia para o anabolismo por meio da energia solar.

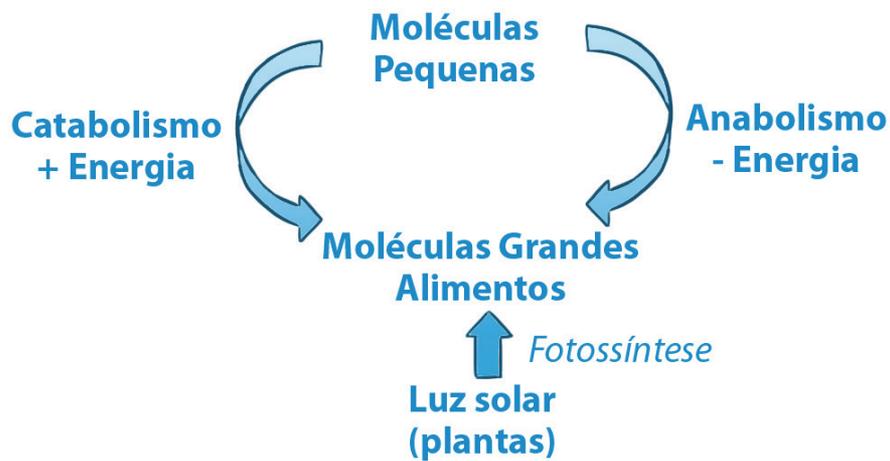


Figura 2. Relação entre catabolismo (reações que geram energia), anabolismo (que requerem energia para acontecer) e o papel da fotossíntese gerando as moléculas grandes.

Nesta aula, você irá conhecer melhor os processos metabólicos básicos que permitem adquirir a energia para a manutenção e para a reprodução dos organismos: a fotossíntese e a respiração celular.

Objetivos de aprendizagem

- Definir metabolismo, catabolismo e anabolismo e suas relações com a homeostase;
- Descrever os processos de fotossíntese e de respiração e a sua complementariedade;

Seção 1

Fotossíntese, o combustível da biodiversidade

Nosso planeta é vivo e a fotossíntese é o combustível que mantém a diversidade biológica. A fotossíntese é a responsável pela energia que promove a construção de um organismo de forma direta (plantas, algas e cianobactérias) e de forma indireta (outros organismos). Vamos explicar isso melhor. Se você tiver um aquário, terá de alimentar seus peixinhos, pois eles precisam de alimento. Mas as plantas, para crescerem, precisam apenas da luz do sol e de água, além de alguns nutrientes. Isso porque as plantas fazem um processo que está ausente nos animais, que é a fotossíntese. Por meio da fotossíntese, as plantas conseguem construir o próprio corpo com energia da luz solar.

A primeira dica para a descoberta dessa via metabólica veio ainda no século XVII. Jan van Helmont (1579-1644) era um químico belga que realizou um experimento muito importante. Ele mediu cuidadosamente a massa de uma planta e do solo em que ela se encontrava. Ao longo do tempo, ele adicionava apenas água. Qual não foi a surpresa dele ao perceber que a planta aumentava a sua massa enquanto o solo não perdia massa. Então, ele deduziu, corretamente, que o crescimento de uma planta não vem da absorção de matéria do solo. Mais tarde, outros pesquisadores provaram que o crescimento da planta se devia à transformação da energia luminosa em matéria.

Os organismos fotossintéticos conseguem fabricar moléculas grandes por meio de outros tipos de energia, por isso são chamados **autotróficos**. As plantas e as algas verdes são organismos autotróficos, e mais especificamente fotoautotróficos, pois necessitam da luz (*foto* significa luz) solar para conseguir produzir tais moléculas.

Autotrófico

Auto = próprio, trofos = alimento. Autotróficos são organismos que podem gerar seu próprio alimento. Para isso, tais organismos usam uma fonte de energia alternativa, como o sol. As plantas, as cianobactérias e alguns eucariontes unicelulares são exemplos de tais organismos. Com a energia captada pela luz do sol, por exemplo, as plantas conseguem sintetizar moléculas grandes. Auto = próprio, trofos = alimento.

Os animais herbívoros (aqueles que se alimentam de plantas, como vaca, cavalo, girafa), no final das contas, usam as plantas para construir seu próprio corpo. Os animais carnívoros (os que se alimentam de outros animais, como onça e tigre) podem usar os herbívoros para isso. Repare, portanto, o quão importante é o processo fotossintético. Sem a fotossíntese, não existiria qualquer um dos organismos que podemos enxergar a olho nu. O nosso planeta seria um deserto povoado por alguns tipos de microorganismos apenas. A fotossíntese é a base de, praticamente, toda a rede biológica, como mostra a Figura 3.

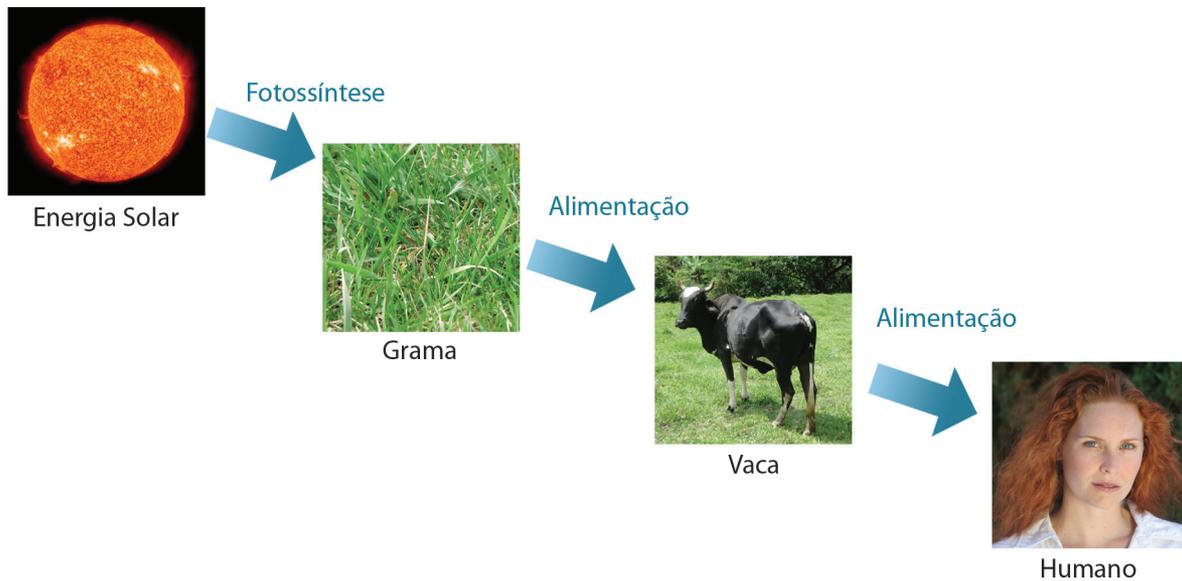


Figura 3. Papel fundamental da fotossíntese e da luz solar na geração de matéria orgânica para toda a diversidade. O processo é responsável pela construção do corpo das plantas (e de outros organismos fotossintéticos). Os organismos que se alimentam de plantas e os que se alimentam deles também são dependentes, tanto da fotossíntese como das plantas que a realizam.

Os animais, por outro lado, precisam se alimentar para conseguirem diretamente as moléculas grandes e por isso são chamados **heterotróficos**. Eles usam também um outro produto do processo fotossintético: o oxigênio. Tal gás participa da quebra dos alimentos através do processo de respiração celular. Como já vimos, é por meio da quebra (catabolismo) de moléculas grandes que os organismos conseguem energia.

Heterotrófico

Organismo que não possui a capacidade de gerar seu próprio alimento e deve se alimentar para conseguir moléculas grandes.
Hetero= diferente, *trofos*= alimento.

Durante bilhões de anos, os organismos fotossintéticos modificaram nosso planeta, injetando oxigênio na atmosfera. Os primeiros desses organismos, as cianobactérias, desenvolveram adaptações para a manipulação segura de oxigênio, conforme vimos na última unidade. As algas verdes e as plantas são outros organismos que apresentam fotossíntese e que contribuem para a injeção de oxigênio na nossa atmosfera. Verifique, no gráfico a seguir, como os níveis de oxigênio aumentaram depois do aparecimento de organismos fotossintetizantes.

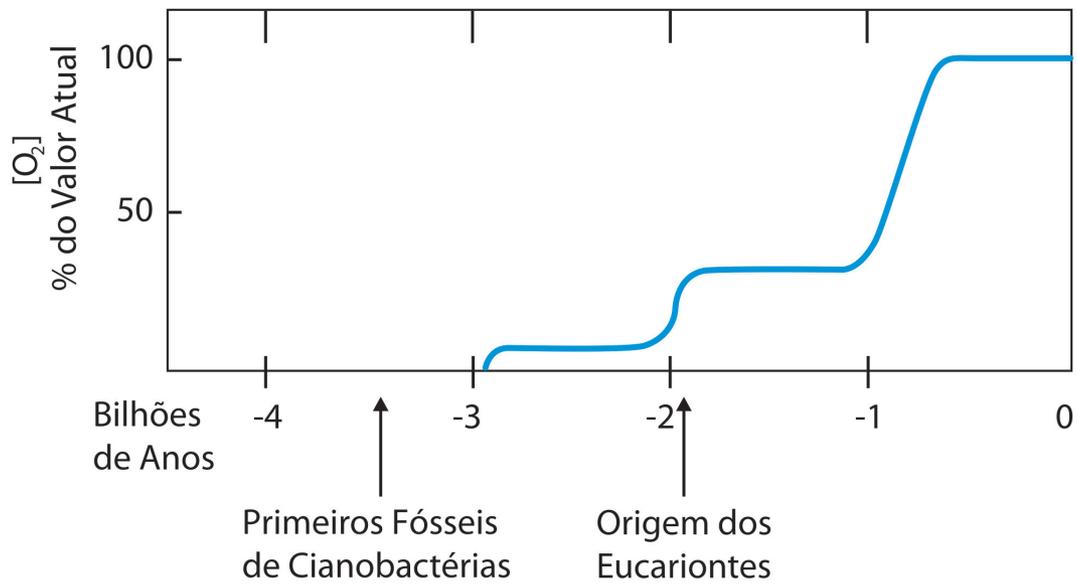


Figura 4. Gráfico ilustrando mudanças na concentração de oxigênio atmosférico ao longo do tempo. As expansões denotam grandes eventos de surgimento de grupos de organismos ligados à fotossíntese direta ou indiretamente.

Atividade
1

Fotossíntese e a hora do almoço.

Reconhece este prato?



Este é um típico prato brasileiro: arroz, feijão, carne de frango e salada. Observando a nossa alimentação, eu afirmo: no fim das contas, nós humanos também dependemos da energia do Sol para construirmos e mantermos o nosso corpo.

Com o que você aprendeu sobre fotossíntese, nesta unidade e na anterior, diga se a minha afirmação é verdadeira ou falsa. Justifique a sua resposta, abordando o conceito de fotossíntese e as implicações desse processo para o anabolismo e o catabolismo de plantas e demais seres vivos.



Lembre-se:
faça em uma
folha à parte

Seção 2

Luz do sol



Luz do sol
Que a folha traga e traduz.
Em ver de novo
Em folha, em graça
Em vida, em força em luz
Céu azul
Que venha até
Onde os pés
Tocam a terra
E a terra inspira
E exala seus azuis



Caetano Veloso

Ao ler esse belíssimo poema de Caetano Veloso, você se pergunta: como a folha traga e traduz a luz do Sol? E a resposta para essa pergunta eu posso te dar em uma só palavra: fotossíntese!

A luz do sol é necessária para que a primeira fase da fotossíntese aconteça. Para entender bem o processo de captura de energia solar, começamos por compreender melhor o que é luz. A luz branca (do sol) é uma mistura de luzes de todas as cores. Na unidade anterior, vimos que misturando tintas diferentes podemos produzir cores diferentes. O somatório de todas as cores de tintas é a tinta preta, mas o somatório de todas as cores de luz é a luz branca. Para testar isso, basta observarmos um arco-íris que é o belo resultado da separação da luz do sol (branca) em todas as luzes componentes, após ter passado por gotículas de vapor d'água presentes na atmosfera em um dia de chuva.

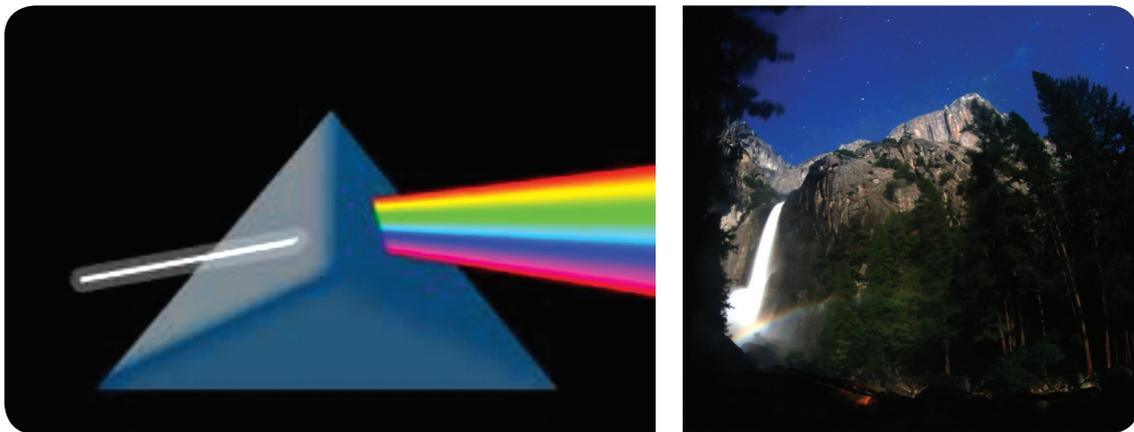


Figura 5. Um prisma promovendo a separação da luz branca em todas as cores visíveis (à esquerda). O mesmo fenômeno ocorre quando a luz do sol passa pelas gotículas de água na atmosfera depois de uma chuva ou em uma cachoeira, como mostra a foto à direita. A luz visível é uma pequena parcela da radiação luminosa que provém do Sol.

Todas as partes verdes de uma planta possuem **cloroplastos**. Os cloroplastos são verdes, pois contêm pigmentos que refletem e transmitem luz verde. É, exatamente, graças às moléculas de **clorofila** dos cloroplastos que as plantas são verdes. A clorofila é um pigmento que está presente na membrana dos tilacóides dos cloroplastos, exatamente onde a fotossíntese ocorre. Mas, vamos explicar melhor.

Cloroplastos

São organelas presentes no interior de algumas células de plantas e de outros organismos que realizam fotossíntese.

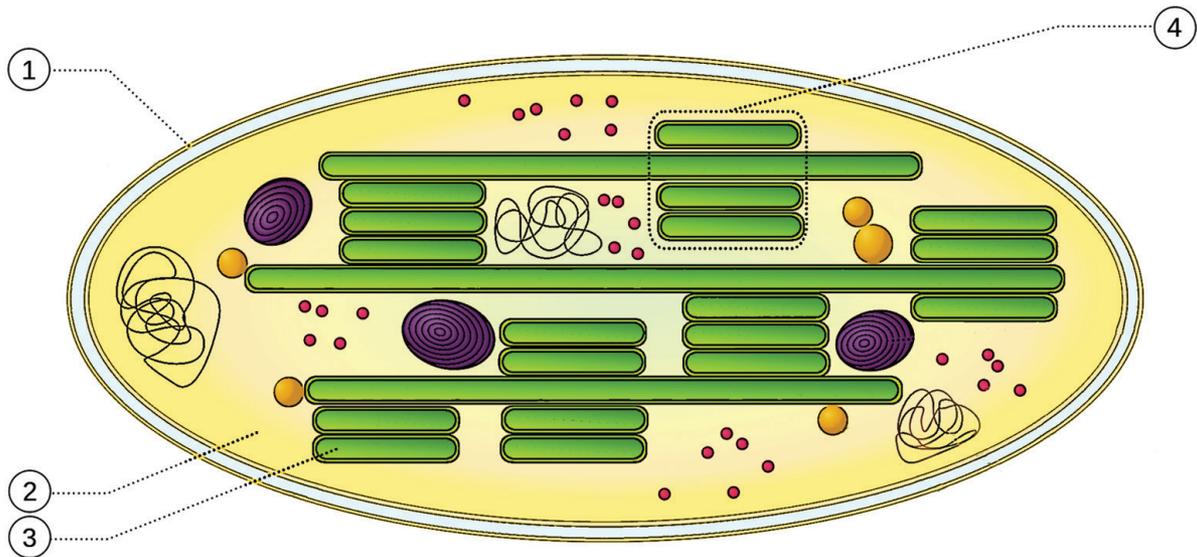
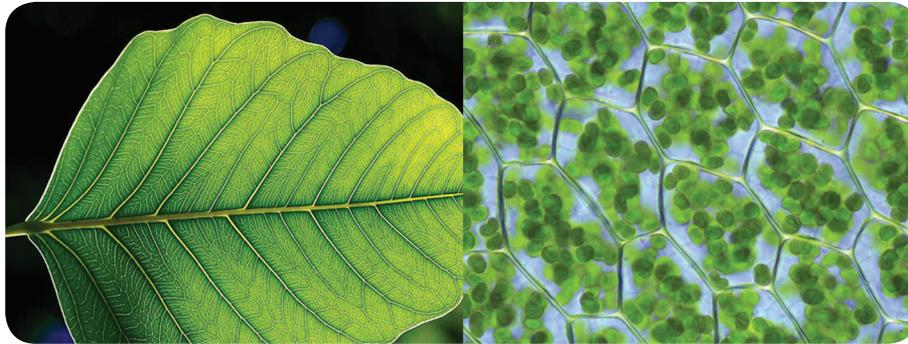


Figura 6. Os cloroplastos promovem a coloração verde das folhas e da planta. É nas folhas que a maior parte da fotossíntese ocorre. Cada célula vegetal contém de 10 a 100 cloroplastos. Na fotografia ao microscópio, podemos observar os cloroplastos de cada célula. A seguir, podemos ver um esquema da estrutura interna de cada um dos cloroplastos de uma célula, com algumas de suas estruturas. As mais importantes são: 1 – membrana do cloroplasto. 2 – estroma (fluido aquoso em que as estruturas estão mergulhadas). 3 – tilacóide (estruturas achatadas verdes que contêm a clorofila). 4 – grana (pilhas de tilacóides).

A luz do sol (**fótons**) é uma partícula que “caminha” pelo espaço como se fosse uma onda. Essa onda, quando decomposta, apresenta diferentes comprimentos (ou extensões), dependendo de sua energia. Cada cor que vemos no arco-íris, por exemplo, possui um comprimento de onda diferente, sendo o vermelho o menor dentre essas cores, o que significa que essa coloração tem maior energia.

Os fótons, então, penetram nas folhas das plantas em três comprimentos de onda principais: o verde, o vermelho e o azul. Os comprimentos que não são absorvidos pela clorofila são na faixa do verde. Eles são refletidos e é por isso que essa é a cor que podemos ver. A casca da maçã vermelha absorve o comprimento de onda azul, mas reflete o vermelho, por isso vemos a casca dessa cor.

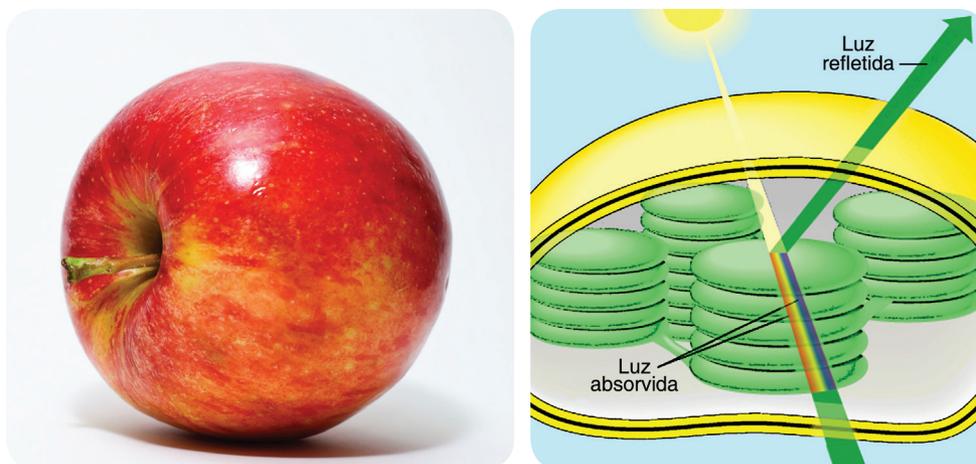


Figura 7. A casca da maçã absorve outros comprimentos de onda e reflete apenas o vermelho, portanto é assim que a vemos. Dentro dos cloroplastos, o pigmento clorofila reflete o comprimento de onda verde, enquanto usa o vermelho e o azul como energia para fabricar moléculas grandes.

As plantas conseguem energia absorvendo fótons de certos comprimentos de onda. Dentre os absorvidos, estão o azul (principalmente) e o vermelho. Quanto maior a absorção do comprimento de onda, maior a energia disponível para a planta. Com a absorção, a planta consegue energia para sintetizar as moléculas grandes. Por outro lado, o comprimento de onda verde não é absorvido, é refletido, dando às plantas, a cor verde.

Em países frios, existe uma redução na produção de clorofila no outono. Dessa forma, apenas outros pigmentos (que refletem luz vermelha ou amarela) persistem nas células das plantas, como mostra a Figura 8. Plantas e algas de outras cores também são reflexos de outros pigmentos que não a clorofila.



Figura 8. Detalhe de vegetação que no outono perde a cor verde, pela baixa produção de clorofila quando o clima começa a esfriar. Só conseguimos observar isso realmente em regiões mais frias. No inverno, as plantas de países mais frios praticamente não crescem por não fazerem fotossíntese.

Seção 3

Detalhes químicos do processo

Na fotossíntese, seis moléculas do gás carbônico (da atmosfera) e seis moléculas de água (retiradas principalmente do solo, por isso é importante regar as suas plantinhas) são convertidas em uma molécula de glicose ($C_6H_{12}O_6$) e em seis moléculas de gás oxigênio, as quais são liberadas para a atmosfera.

A fórmula de conversão da fotossíntese é a seguinte.



A fotossíntese é um processo metabólico que pode ser dividido em duas fases distintas. A primeira é a fase fotoquímica, antigamente chamada fase clara, pois depende da luz para ocorrer, ou seja, envolve a captura da energia solar. A segunda parte é a chamada etapa química, pois sua ocorrência independe das condições luminosas.

Na primeira etapa, quando uma molécula de clorofila absorve um fóton, ela perde um elétron. O elétron é encaminhado para uma **cadeia de transporte de elétrons**. Ao passar pela cadeia, energia suficiente é gerada de forma a transformar uma molécula de adenosina difosfato (ADP) em adenosina trifosfato (ATP) – calma, já vamos explicar o que é isso. A molécula de clorofila recupera o elétron perdido a partir de uma molécula de água: para isso ela é quebrada e oxigênio é liberado. É importante você saber que todas essas reações envolvem a participação de uma enzima determinada que faz o papel de acelerador da reação química.

Cadeia de transporte de elétrons

É uma sequência de reações químicas que transferem o elétron de um composto doador para um composto receptor. Um gradiente de prótons (íons H^+), então, é criado para gerar energia na forma de moléculas de ATP.

A etapa fotoquímica da fotossíntese obedece à seguinte fórmula:



NADP

É uma molécula que funciona como um cofator de diversas reações químicas nos seres vivos, por suas propriedades de ceder e aceitar um próton (átomo de hidrogênio que perdeu um elétron).

Vamos voltar ao ATP. O ATP é um nucleotídeo responsável pelo armazenamento de energia entre as ligações dos fosfatos. Ele varia, das formas com 2 fosfatos (ADP – adenosina difosfato, menos energética) para a forma com 3

fostatos (ATP – adenosina trifosfato, mais energética). Repare que a etapa fotoquímica gera moléculas de ATP, a partir de molécula de ADP com a adição de um fósforo (Pi). A ligação do terceiro fósforo com o ADP (que já tem dois fósforos) requer muita energia para ser feita. Por outro lado, a reação libera muita energia quando é quebrada. Por isso, dizemos que o ATP é a moeda energética dos organismos, uma vez que quando estão precisando de energia, ATP é degradado em ADP. Quando temos energia sobrando, moléculas de ATP são formadas.

Já a etapa química e independente da luz solar tem a fórmula a seguir:



Nessa etapa, uma enzima chamada de Rubisco captura CO_2 da atmosfera e usa o NADPH para formar moléculas orgânicas com três átomos de carbono. Essa conversão de várias moléculas de um carbono (CO_2) em uma molécula grande de três carbonos ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$) é realizada em uma sequência de reações químicas chamada **ciclo de Calvin**.

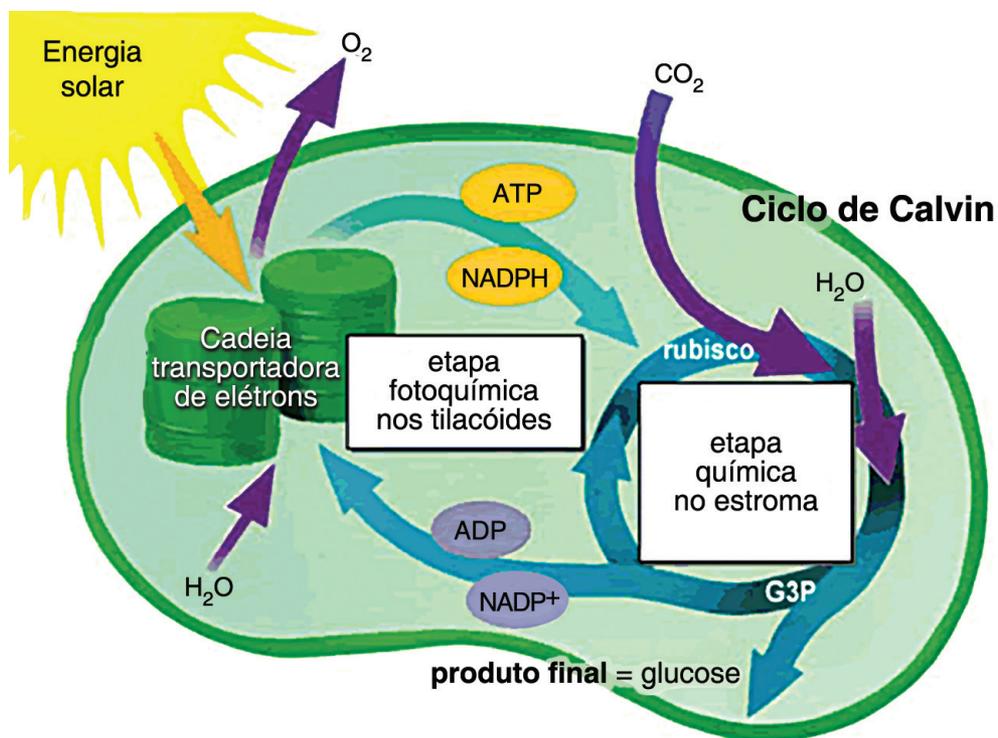


Figura 9. As duas etapas (fotoquímica e química) da fotossíntese e a localização de suas ocorrências. As estruturas verdes são as tilacóides.

Em seguida, moléculas grandes são combinadas para formar moléculas orgânicas ainda maiores, como o amido, a celulose, açúcares, entre outras que as plantas necessitam no dia a dia. E não só as plantas aproveitam essa energia solar capturada e convertida em energia química, mas também aqueles que se alimentam das plantas (animais herbívoros) e os que se alimentam deles (carnívoros) e os que se alimentam desses últimos, e assim vai...

É importante você observar que as moléculas de ATP formadas na etapa fotoquímica da fotossíntese são usadas na etapa seguinte para formar as moléculas orgânicas, durante o ciclo de Calvin. Isso significa que não existe formação de energia extra para suas necessidades diárias. O processo que irá fabricar essa energia é a respiração celular, o qual você conhecerá logo a seguir.

Outra coisa fundamental deste processo é que, como disse, os organismos fotossintéticos capturam CO_2 da atmosfera para realizar a etapa química, na qual eles convertem esse gás carbônico em compostos orgânicos que os demais organismos podem usar em seu anabolismo. São as moléculas grandes formadas pela fotossíntese que servem de nutriente para que os demais seres, que não são fotossintéticos, sintetizem outras moléculas importantes nos seus organismos. Em outras palavras, são os “esqueletos” de carbono desta produção da fotossíntese que vão construir todo o nosso corpo!

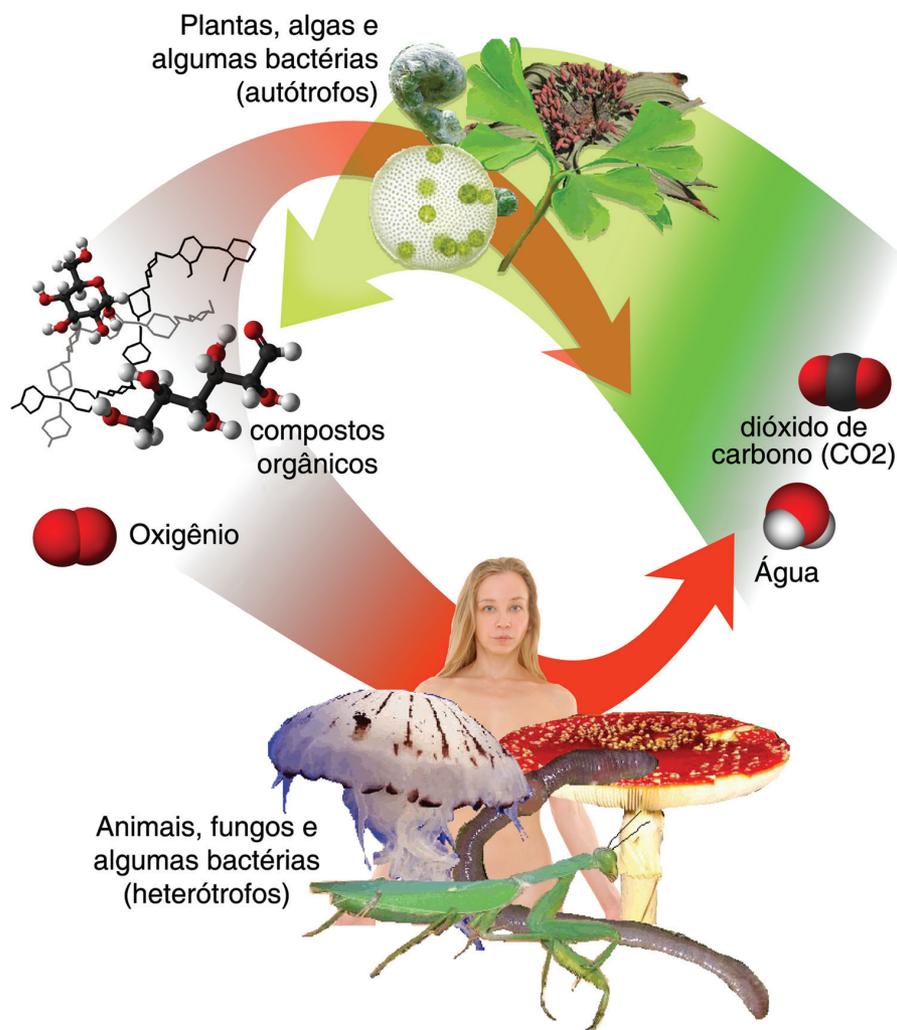


Figura 10. A seta verde da figura indica a produção de moléculas orgânicas pelos organismos autotróficos (plantas, algas e algumas bactérias), pela fotossíntese. A seta vermelha é a quebra dos alimentos (compostos orgânicos) para produzir energia para o metabolismo, pela respiração celular.



Multimídia

Para te ajudar a visualizar este processo de fotossíntese que estamos descrevendo nas páginas anteriores, veja as seguintes animações:

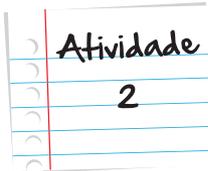
<http://teca.cecierj.edu.br/popUpVisualizar.php?id=44886>

<http://teca.cecierj.edu.br/popUpVisualizar.php?id=46181>

<http://bee.cederj.edu.br/popUpVisualizar.php?id=47411>

<http://bee.cederj.edu.br/popUpVisualizar.php?id=47412>

<http://bee.cederj.edu.br/popUpVisualizar.php?id=45776>



Atividade

2

Verdadeiro ou falso?

- Os cloroplastos são organelas que produzem energia para a planta realizar suas atividades celulares.
- Durante o processo de fotossíntese, moléculas de água e gás carbônico são utilizadas para produzir glicose e gás oxigênio.
- Algumas das etapas da fotossíntese são chamadas: glicólise e ciclo de Calvin.
- A fotossíntese pode ser dividida em duas fases: uma dependente da luz e outra que independe desta.
- Todos os seres fotossintetizantes são vegetais.



Lembre-se:
faça em uma
folha à parte

Seção 4

A respiração celular

Nós nos alimentamos de plantas e de outros animais, não é? Quando comemos um bife com arroz, feijão e salada, estamos ingerindo moléculas como as proteínas, as gorduras e açúcares. Estas moléculas funcionam, no nosso organismo, como esqueletos de carbono, que podem ser quebrados para nos dar energia ou serem reaproveitados para a síntese de outras moléculas que nosso corpo estiver precisando. Uma das etapas deste processo de gerar energia a partir de quebra de moléculas obtidas pela alimentação nos organismos aeróbicos é a respiração celular.

A respiração celular é uma troca em que oxigênio é consumido para quebrar o alimento e produzir gás carbônico e água. É importante você lembrar que as plantas também fazem a mesma respiração celular para conseguir energia. Entretanto, os animais ingerem o alimento a ser quebrado enquanto as plantas geram as moléculas orgânicas (na fotossíntese) a serem quebradas na respiração celular.

O oxigênio vem da atmosfera e é absorvido pelas células pulmonares durante a inspiração pulmonar, enquanto o gás carbônico é liberado na expiração pulmonar (no caso do organismo humano). No próximo módulo, você irá saber em maiores detalhes como ocorre a respiração pulmonar. Já as plantas podem utilizar o oxigênio de seus tecidos, produzido na fotossíntese, ou o absorver da atmosfera.

A fórmula geral da respiração celular é



Amazônia é o pulmão do mundo?

Na fotossíntese, existe uma troca de gases atmosféricos (gás carbônico entra e oxigênio sai) dentro da planta. No interior de nossos pulmões, essa troca também ocorre. Quando inspiramos, absorvemos ar atmosférico rico em oxigênio, esse gás é incorporado nas células pulmonares que estão saturadas de gás carbônico resultante da respiração celular. E ocorre uma troca. O gás carbônico é liberado na nossa expiração.

Nesse sentido, as plantas, por meio da fotossíntese, funcionariam como a expiração da nossa respiração pulmonar: um pulmão para o planeta, pois o gás carbônico atmosférico é incorporado e o gás oxigênio é liberado. Por isso, algumas pessoas até dizem que a Amazônia é o pulmão do mundo. Mas isso não é verdade.



Importante



A Amazônia é um bioma muito importante, pois abriga milhares de espécies endêmicas, ou seja, que habitam somente ali. Além de ser uma floresta linda e de abrigar muitas espécies, o Rio Amazonas é o maior reservatório de água doce no estado líquido do mundo. Aliás, o Brasil também abriga o maior reservatório subterrâneo de água, o aquífero Guarani, no Sul do Brasil e no Paraguai.

Entretanto, as plantas também fazem a respiração celular, ou seja, elas produzem oxigênio, mas também o consomem, como a gente. Por isso, o pulmão do mundo está, na realidade, nos oceanos e são as cianobactérias que, na realidade, prestam esse serviço inestimável para a gente.

A fórmula geral da respiração celular é



Ou seja:

Glicose + Oxigênio => Gás Carbônico + calor

Saiba Mais

Repare, então, como, na Natureza, as coisas se transformam em um ciclo. Os compostos gerados na fotossíntese são os usados na respiração celular, e vice-versa!

Para quebrar cada molécula de glicose, o organismo deve usar 2 moléculas de ATP que já têm de estar formadas anteriormente. Entretanto, ao final do processo são sintetizadas novas 38 moléculas de ATP. O que quer dizer que o ganho líquido na respiração celular é de 36 ATP!

Repare que esta é a fórmula da respiração celular aeróbica, ou seja, usando oxigênio. Quando o oxigênio está presente, o restante da respiração celular vai ocorrer na mitocôndria. As reações subsequentes formam o chamado **ciclo de Krebs** ou **ciclo do ácido cítrico**. Esse ciclo se inicia com o *piruvato*, molécula formada durante a glicólise, que é transformado em *Acetil-Coenzima A*.

As coenzimas são moléculas que ativam enzimas. Essa coenzima, então, vai reagir com o *oxaloacetato*, uma molécula que já foi formada no ciclo de Krebs. Uma longa sequência de reações irá promover a quebra do *piruvato* e a geração de 36 moléculas adicionais de ATP, que serão armazenadas para quando o organismo venha a precisar de energia.

Existe também um outro tipo de respiração celular, que pode acontecer na ausência de oxigênio. O nome do processo, em geral, é fermentação, e ele é o que proporciona energia a alguns microorganismos, como as leveduras que participam da produção da cerveja e do pão (mas isso é papo para uma outra unidade...). Acontece que, na gente, em condições específicas, também pode acontecer fermentação – a fermentação láctica.

Funciona mais ou menos assim: por algum motivo, nossos músculos, por exemplo, são demandados a fazer tanto esforço que precisam de uma forma mais rápida do que a respiração celular que acontece na mitocôndria, com oxigênio, para gerar energia.

Nesses casos, a via metabólica para gerar energia que é acionada é a fermentação, por um processo chamado glicólise.

A glicólise consiste em quebra de uma molécula de glicose (glico=açúcar; lise = quebra). Na glicólise, uma série de reações acontecem até se chegar ao piruvato, que, como mencionamos, é incluído no ciclo de Krebs e será oxidado para gerar energia na mitocôndria – ou seja, um pedaço da glicólise e da respiração celular aeróbica são comuns. A diferença acontece quando, na ausência de oxigênio, o piruvato continua na via da glicólise, e é convertido em um composto chamado ácido láctico, ou lactato. O lactato, quando acumula nos nossos músculos, pode nos dar a sensação de cimbra.

Com a glicólise, o saldo da reação de quebra da glicose é de apenas 2 ATP. Ou seja, na respiração anaeróbica (sem oxigênio) são gastos os mesmos 2 ATP e gerados apenas 4 para cada molécula de glicose quebrada.

A capacidade de usar oxigênio na respiração celular para gerar grande quantidade de energia conferiu a muitos seres vivos a possibilidade de aumentar consideravelmente de tamanho e de também ocupar outros espaços no planeta.



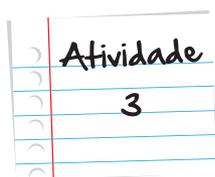
Indicamos as seguintes animações para te ajudar a compreender o que é e como funciona a respiração celular:

<http://teca.cecierj.edu.br/popUpVisualizar.php?id=47509>

<http://teca.cecierj.edu.br/popUpVisualizar.php?id=24413>

<http://teca.cecierj.edu.br/popUpVisualizar.php?id=47540>

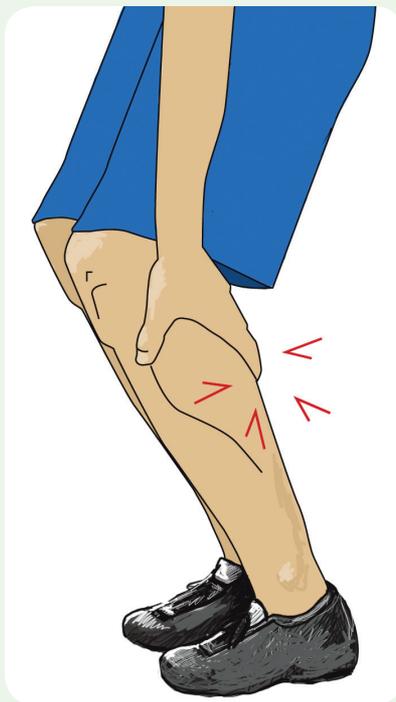
<http://teca.cecierj.edu.br/popUpVisualizar.php?id=47543>



Ai, que câimbra!

Você já reparou quando está exausto, o corpo e as pernas começam a falhar?

O dia para João, um pedreiro, foi cheio: acordou cedo, foi para o trabalho de trem, andou até o serviço, ficou o dia inteiro trabalhando no Sol. Quando estava voltando para casa, dessa vez de ônibus, deu aquela corridinha para pegá-lo e... Câimbra!



João sentiu uma dor grande na perna após um exercício leve... Mas também pudera! Gastou tanta energia o dia todo!

Qual a relação entre a câimbra e os processos de respiração celular na presença e na ausência de oxigênio? Em outras palavras, por que via João gerou energia durante todo o seu dia de trabalho e agora no final do dia, quando correu para pegar o ônibus?



Lembre-se:
faça em uma
folha à parte

Bom, como você viu, tanto o processo de fotossíntese quanto o de respiração celular envolvem partes das células, chamadas cloroplastos (nos seres fotossintéticos) e mitocôndrias, respectivamente.

Além dessas organelas, a célula apresenta outras que exercem as mais variadas funções. Curiosa(o)? Na próxima unidade, você vai aprender um pouco mais sobre isso!

Resumo

- As enzimas proteicas são responsáveis pela manutenção (homeostase) e pela reprodução do sistema biológico por meio de reações metabólicas, divididas no anabolismo e no catabolismo.
- Pelo anabolismo, as moléculas pequenas se unem formando moléculas maiores, o que é custoso energeticamente, pois existe uma energia necessária para a nova ligação química ocorrer. Tal energia vem do catabolismo, que são as reações que promovem a quebra de moléculas grandes em moléculas menores. Com o rompimento da ligação química de moléculas grandes, a energia da ligação é liberada e pode ser armazenada para uso, nas reações anabólicas.
- As plantas e as algas verdes são organismos autotróficos, mais especificamente fotoautotróficos, pois necessitam da luz (=foto) solar para conseguir produzir tais moléculas.

- Os animais, por outro lado, precisam se alimentar para conseguir diretamente as moléculas grandes e por isso são chamados heterotróficos.
- A fotossíntese é o processo responsável pela energia que promove a construção dos organismos, de forma direta (plantas, algas e cianobactérias) e, de forma indireta (animais que se alimentam de plantas e de outros animais).
- A luz do sol é necessária para a primeira fase da fotossíntese. Os fótons penetram nas folhas das plantas em três comprimentos de onda principais, o verde, o vermelho e o azul. Os comprimentos de ondas que não são absorvidos são refletidos. Os comprimentos de onda refletidos promovem a cor que vemos nas plantas. Os absorvidos são usados para gerar energia e moléculas construtoras do corpo das plantas.
- A respiração celular é uma troca em que oxigênio é consumido para quebrar o alimento e produzir gás carbônico, água e energia..
- Na respiração aeróbica (com oxigênio), são sintetizadas novas 38 moléculas de ATP para cada molécula de glicose quebrada com gasto de 2 moléculas de ATP no processo (saldo de 36 ATP). Na respiração anaeróbica (sem oxigênio – a glicólise), são gastos os mesmos 2 ATP e gerados apenas 4 ATP para cada molécula de glicose quebrada (saldo de 2 ATP no processo)..
- Todos os animais e todas as plantas (além de muitos outros organismos) fazem a respiração celular quando precisam de energia. A diferença é apenas na fonte de compostos orgânicos para os grupos.

Imagens



- André Guimarães



- Fonte: Autora Claudia Russo.



- http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:The_Sun_by_the_Atmospheric_Imaging_Assembly_of_NASA%27s_Solar_Dynamics_Observatory_-_20100819.jpg. Fonte: conteúdo livre.



- http://en.wikipedia.org/wiki/File:Uncut_grass.jpg. Autor: Jeremy C. Schultz.



- Fonte conteúdo livre. <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Vaca2.jpg>.



- http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/03/Woman_redhead_natural_portrait_1.jpg.



• <http://www.flickr.com/photos/cidadevazia/2774452175/> – Gustavo Mandú.



• Fonte: conteúdo livre. <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a8/Prisma.jpg>.



• Fonte: Autor Brocken Inaglory. http://en.wikipedia.org/wiki/File:Moonbow_at_lower_Yosemite_fall.jpg.



• Fonte: Domínio público. http://en.wikipedia.org/wiki/File:Leaf_1_web.jpg.



• Fonte: Autor GFDL. http://en.wikipedia.org/wiki/File:Plagiomnium_affine_laminazellen.jpeg.



• Fonte cloroplasto: autor: SuperManu. <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Chloroplast.svg>.



• Fonte: (maçã, conteúdo livre) http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Red_Apple.jpg.



• http://en.wikipedia.org/wiki/File:Auto-and_heterotrophs.png Autor: Mikael Häggström.



• <http://www.flickr.com/photos/pnash/6985861739/> – Pacific Northwest Safety and Health Center.



• <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Anavilhanas1.jpg>.



• <http://www.sxc.hu/photo/517386> • David Hartman.



• http://www.sxc.hu/985516_96035528.

Atividade 1

A afirmação é verdadeira: nós, humanos, também dependemos da energia solar para a construção e manutenção do nosso corpo.

A energia solar captada pelos vegetais é transformada em glicose através de processo de fotossíntese; em outras palavras, a energia física (luz) é transformada em energia química (a molécula de glicose). Essa molécula de açúcar é usada para a construção do corpo vegetal.

Ao nos alimentarmos dos vegetais (ou de animais herbívoros, como as aves), nós estamos usando essa mesma energia química para produzirmos as moléculas que nos dão energia e constroem o nosso corpo.

Atividade 2

(F) Os cloroplastos são organelas que produzem moléculas de glicose.

(V)

(F) A glicólise não faz parte do processo de fotossíntese.

(V)

(F) Outros grupos de seres vivos além dos vegetais fazem fotossíntese. Um exemplo deles são as cianobactérias e as algas.

Atividade 3

As mitocôndrias de nossas células musculares realizam o processo de respiração para produzir energia. Neste, elas utilizam o gás oxigênio e a glicose, que provêm do sangue.

No entanto, quando a necessidade energética é muito alta, o oxigênio que chega não é suficiente e as células têm de produzir energia através de outro processo que não utiliza o O₂ (ou seja, ele é anaeróbico). O resultado desse processo, nas células humanas, é uma substância chamada ácido lático que, quando se acumula no músculo, gera a cãibra.

Sendo assim, João sentiu câimbra porque seus músculos, ao longo do dia, demandaram muita energia e, por isso, suas células musculares precisaram produzir energia através do processo anaeróbico. Durante a sua corridinha até o ônibus, mais uma vez esse processo predominou e o nível de ácido lático muscular chegou a um ponto que gerou a dor característica da câibra.

Respostas
das
Atividades



Saiba Mais

- O livro “Microcosmos”, escrito, inclusive, por Lynn Margulis, criadora da Teoria endossimbiótica, fala sobre a evolução da vida a partir de uma perspectiva microbiana. É uma leitura bastante recomendada!

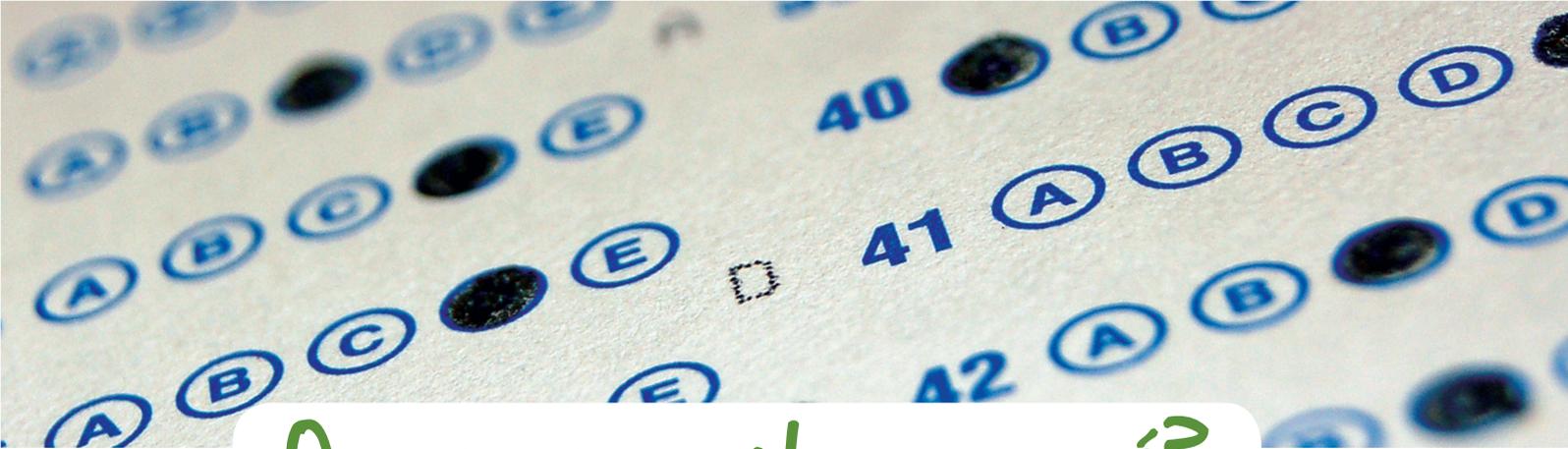
“Microcosmos”. Lynn Margulis & Carl Sagan. 2004. 1ª edição, Editora Cultrix.

- Mais um pouquinho mais sobre a evolução das células e a teoria endossimbiótica? Então, leia:

<http://super.abril.com.br/ciencia/bacterias-amebas-fungos-planeta-microbios-439611.shtml>

- Vamos fazer um experimento sobre a fotossíntese? Entre nessa página e siga as instruções corretamente.

<http://www.pontociencia.org.br/experimentos-interna.php?experimento=16&SEM+CLOROFILA+NADA+DE+FOTOSSINTESE>



O que perguntam por aí?

Questão 1 (ENEM 2011)

Moradores sobreviventes da tragédia que destruiu aproximadamente 60 casas no Morro do Bumba, na Zona Norte de Niterói (RJ), ainda defendem a hipótese de o deslizamento ter sido causado por uma explosão provocada por gás metano, visto que esse local foi um lixão entre os anos 1960 e 1980.

Jornal Web. Disponível em: <http://www.ojornalweb.com>. Acesso em: 12 abr. 2010 (adaptado).

O gás mencionado no texto é produzido

- a. Como subproduto da respiração aeróbia bacteriana.
- b. Pela degradação anaeróbia de matéria orgânica por bactérias.
- c. Como produto da fotossíntese de organismos pluricelulares autotróficos
- d. Pela transformação química do gás carbônico em condições anaeróbias.
- e. Pela conversão, por oxidação química, do gás carbônico sob condições aeróbias.

Gabarito: Letra B.

Comentário: Algumas células, como a de algumas bactérias e fungos, não fazem respiração celular, a qual utiliza oxigênio e açúcares para produzir energia. Algumas delas produzem energia a partir de substâncias químicas orgânicas ou inorgânicas, processo chamado quimiossíntese. Dependendo de qual substância química é metabolizada pela célula, o metano pode ser formado ao final desse processo.

Questão 2 (ENEM 2009)

A fotossíntese é importante para a vida na Terra. Nos cloroplastos dos organismos fotossintetizantes, a energia solar é convertida em energia química que, juntamente com água e gás carbônico (CO_2), é utilizada para a síntese de compostos orgânicos (carboidratos). A fotossíntese é o único processo de importância biológica capaz de realizar essa conversão. Todos os organismos, incluindo os fotossintetizantes, aproveitam a energia armazenada nos carboidratos para impulsionar os processos celulares, liberando CO_2 para a atmosfera e água para a célula por meio da respiração celular. Além disso, grande fração dos recursos energéticos do planeta, produzidos tanto no presente (biomassa) como em tempos remotos (combustível fóssil), é resultante da atividade fotossintética.

As informações sobre obtenção e transformação dos recursos naturais por meio dos processos vitais de fotossíntese e respiração, descritas no texto, permitem concluir que

- a. O CO_2 e a água são moléculas de alto teor energético.
- b. Os carboidratos convertem energia solar em energia química.
- c. A vida na Terra depende, em última análise, da energia proveniente do Sol.
- d. O processo respiratório é responsável pela retirada de carbono da atmosfera.
- e. A produção de biomassa e de combustível fóssil, por si, é responsável pelo aumento de CO_2 atmosférico.

Gabarito: Letra C.

Comentário: A energia física (luz) é captada pelos seres fotossintetizantes e, através, da fotossíntese, transformada em energia química. Essa dinâmica é o ponto inicial para uma cadeia de processos que culminam na construção das moléculas que constituirão os corpos dos seres vivos. E isso é válido tanto para aqueles que produzem inicialmente a energia química, quanto para os que se alimentarão posteriormente desses seres.

Questão 3 (ENEM 2007)

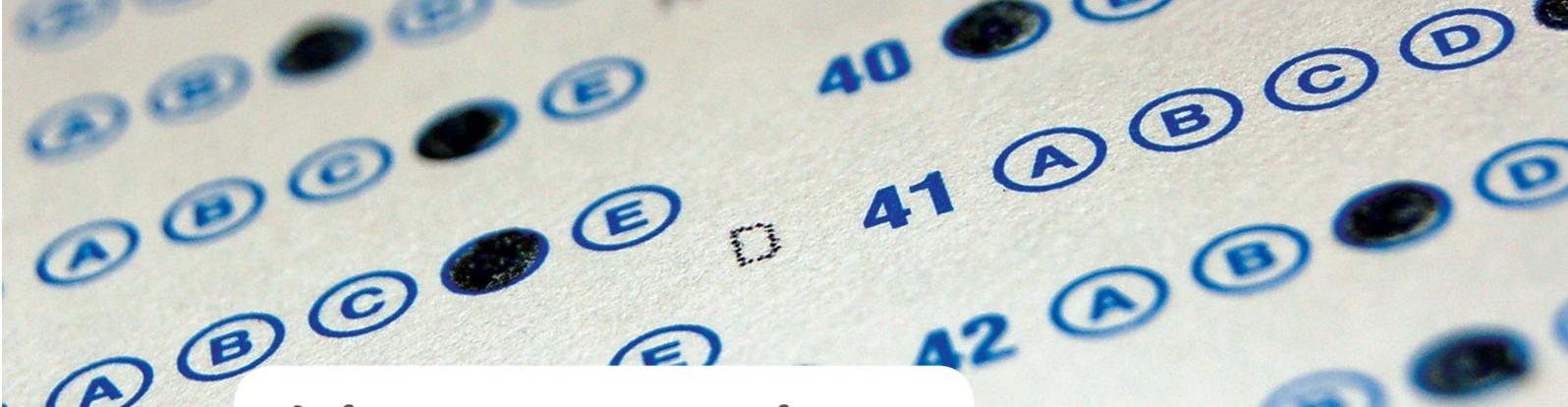
Ao beber uma solução de glicose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$), um corta-cana ingere uma substância

- a. Que, ao ser degradada pelo organismo, produz energia que pode ser usada para movimentar o corpo.
- b. Inflamável que, queimada pelo organismo, produz água para manter a hidratação das células.

- c. Que eleva a taxa de açúcar no sangue e é armazenada na célula, o que restabelece o teor de oxigênio no organismo.
- d. Insolúvel em água, o que aumenta a retenção de líquidos pelo organismo.
- e. De sabor adocicado que, utilizada na respiração celular, fornece CO₂ para manter estável a taxa de carbono na atmosfera.

Gabarito: Letra A.

Comentário: A molécula de glicose é degradada pelas células, mais especificamente pelas mitocôndrias, através do processo de respiração celular. Ao final deste, moléculas de ATP são produzidas, as quais são consideradas moléculas de energia, pois são os processos metabólicos celulares só ocorrem se elas estiverem presentes.



Atividade extra

Questão 1

Organismos que podem gerar seu próprio alimento usam uma fonte de energia alternativa, como o sol.

Como exemplo de seres autotróficos, podemos citar:

- a. tigres e onças.
- b. vacas e ovelhas.
- c. plantas e vegetais.
- d. baleias e golfinhos.

Questão 2

Organismo que não possui a capacidade de gerar seu próprio alimento deve se alimentar para conseguir moléculas grandes.

Estes organismos são conhecidos como:

- a. canibais.
- b. omnívoros.
- c. autotróficos.
- d. heterotróficos.

Questão 3

A luz do sol é necessária para que a primeira fase da fotossíntese aconteça.

Qual é o nome dado as organelas (pequenos compartimentos) presentes no interior de algumas células de plantas e de outros organismos que realizam a fotossíntese?

- a. Retículo endoplasmático
- b. Complexo de Golgi
- c. Mitocôndrias
- d. Cloroplastos

Questão 4

O nucleotídeo responsável pelo armazenamento de energia entre as ligações dos fosfatos é conhecido como adenosina trifosfato.

Qual é a sigla para este nucleotídeo?

- a. ADP
- b. ATP
- c. NADP
- d. NADPH

Questão 5

As unidades que se associam para formar uma cadeia de DNA são chamadas nucleotídeos. Este por sua vez é formado por fosfato, pentose e base nitrogenada.

Quais são os nomes das quatro bases nitrogenadas?

Questão 6

As primeiras moléculas autorreplicadoras de RNA passavam suas características, incluindo a capacidade reprodutiva, para suas moléculas descendentes. Mais tarde, organismos complexos adquiriram mutações e desenvolveram novos conjuntos de funções biológicas além da reprodução.

Enquanto o DNA passou a ter um papel central na herdabilidade e na mutabilidade, que classe de substâncias ficou responsável pela manutenção (homeostase) e pela reprodução do sistema?

Questão 7

Uma propriedade importante dos sistemas biológicos, ou seja, dos organismos que regulam o seu ambiente interno de forma a mantê-lo estável e funcionando é atingida com a ação de enzimas proteicas que funcionam como as operárias dos sistemas biológicos.

Essa propriedade é conhecida como:

- a. metabolismo.
- b. catabolismo.
- c. homeostase.
- d. anabolismo.

Questão 8

Um organismo requer fluxo constante de energia para sobreviver e proliferar. De um ponto de vista energético, as reações químicas podem ser divididas em dois grupos básicos e complementares.

Formam o conjunto das reações metabólicas do organismo o:

- a. anabolismo e catabolismo.
- b. metabolismo e anabolismo.
- c. catabolismo e metabolismo.
- d. heterotrofismo e Autotrofismo.

Questão 9

As plantas não se alimentam como os animais, mas elas conseguem energia para as reações anabólicas.

O processo pelo qual elas conseguem tal feito é pelo:

- a. catabolismo.
- b. fotossíntese.
- c. anabolismo.
- d. homeostase.

Questão 10

A fotossíntese é o combustível que mantém a diversidade biológica.

Os organismos fotossintéticos conseguem fabricar moléculas grandes por meio de outros tipos de energia e por isso são chamados:

- a. heterotróficos.
- b. autotróficos.
- c. catabólicos.
- d. anabólicos.

Gabarito

Questão 1

- A** **B** **C** **D**

Questão 2

- A** **B** **C** **D**

Questão 3

- A** **B** **C** **D**

Questão 4

- A** **B** **C** **D**

Questão 5

Adenina, Timina, Citosina e Guanina.

Questão 6

As Enzimas proteicas.

Questão 7

- A** **B** **C** **D**

Questão 8

- A** **B** **C** **D**

Questão 9

- A** **B** **C** **D**

Questão 10

- A** **B** **C** **D**